

PENGUJIAN KUAT TEKAN DAN KUAT LENTUR MATERIAL PENGANTI KAYU DENGAN CAMPURAN SERAT NILON

Elia Hunggurami¹ (eliahunggurami@yahoo.com)

Tri M. W. Sir² (trimwsir@yahoo.com)

Maria I. K. K. Lau³ (issabelamaria9@gmail.com)

ABSTRAK

Kayu dimanfaatkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan manusia sebagai bahan konstruksi. Pemanfaatan ini berdampak pada penebangan hutan dan menimbulkan kerusakan lingkungan. Untuk itu, diperlukan alternatif lain bahan konstruksi sebagai pengganti kayu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan dan kuat lentur dari material pengganti kayu dengan variasi campuran serat nilon. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan 4 variasi campuran serat nilon yaitu: campuran 5%, 10%, 15%, dan 20% dari berat semen dengan perbandingan campuran 1 semen : 0.25 bubuk kertas : 1.25 air. Untuk uji tekan dibuat 12 benda uji dengan ukuran 200 mm x 50 mm x 50 mm. Benda uji yang digunakan pada pengujian kuat lentur adalah 12 benda uji dengan ukuran 600 mm x 50 mm x 50 mm. Dari hasil penelitian dan analisis data diperoleh nilai kuat tekan dan kuat lentur dari ke empat campuran tersebut adalah sebagai berikut: untuk hasil pengujian kuat tekan dari material pengganti kayu untuk variasi campuran serat nilon 5%, 10%, 15%, dan 20% berturut-turut adalah 4,58 MPa, 5,33 MPa, 6,90 MPa, 7,07 MPa. Sedangkan untuk Hasil pengujian kuat lentur material pengganti kayu dengan campuran serat nilon dengan variasi 5%, 10%, 15% dan 20% campuran serat nilon dari berat semen berturut-turut adalah 3,45 Mpa 7,45 MPa, 9,25 MPa dan 10,65 MPa. Dengan demikian, hasil pengujian menunjukkan peningkatan kekuatan, baik itu kuat tekan maupun kuat lentur ketika terjadi penambahan presentasi jumlah campuran serat nilon hingga 20% terhadap berat semen.

Kata Kunci : Kayu Buatan, Semen, Bubur Kertas, Serat Nilon

ABSTRACT

Wood are used for meet human needs as a construction material. The utilization of wood impact to deforestation and environmental damage. Therefore, it needed another alternative construction materials instead of wood. This research aims to know the compressive strength and bending strength of the alternate materials of wood with variations mixture of nylon fibers. This research was conducted by an experimental method that used 4 mixtures of variation, namely: mixtures of nylon fiber 5%, 10%, 15% and 20% with the ratio mixture is: 1 cement : 0.25 pulp 1.25 water. Compressive strength testing was made 12 sampels with size 200 mm x 50 mm x mm. The sampels used in the bending test are 12 sampels with a size 200 mm x 50 mm x mm. From the research and analysis of data obtained by the compressive strength and bending strength testing of the mixture into four is as follows: for the compressive strength test results of the alternate material of with with mixture of nylon fiber 5%, 10%, 15% and 20% was 4.58 MPa, 5.33 MPa, 6.90 MPa and 7.07 MPa. As for the bending test results for a mixture of nylon fiber 5%, 10%, 15% and 20% was 3,45 Mpa 7.45 MPa, 9.25 MPa 10.65 MPa. Thus, the test results showed an increase in both of compressive strength and bending strength, when an adition of a mixture of nylon fibers presentation amount to 20% of the weight of cement for the alternate material of wood.

Keyword : The alternate material of wood, cement, pulp, Nylon.

¹ Dosen pada Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

² Dosen pada Jurusan Teknik Sipil, FST Undana;

³ Penamat dari Jurusan Teknik Sipil, FST Undana.

PENDAHULUAN

Kayu dimanfaatkan oleh manusia untuk pemenuhan berbagai kebutuhan. Salah satu kebutuhan manusia adalah sebagai bahan konstruksi bangunan seperti kolom, kuda-kuda atap, balok dan untuk pembangunan jembatan. Pemilihan kayu sebagai suatu bahan konstruksi dilakukan karena sifatnya yang ekonomis dan menarik dari segi estetika.

Pemanfaatan kayu ini berdampak pada penebangan hutan secara komersial yang dilakukan secara besar-besaran dan menimbulkan kerusakan hutan. Dengan adanya keadaan ini diperlukan beberapa terobosan baru dengan mencari alternatif lain sebagai bahan pengganti kayu yang ramah lingkungan, salah satunya berupa olahan limbah seperti limbah kertas yang banyak digunakan oleh masyarakat luas. Pada penelitian ini, serat yang digunakan pada komposisi campuran kayu buatan tersebut akan diganti dengan serat nilon. Dengan demikian komposisi campurannya material pengganti kayunya menjadi campuran semen, bubur kertas dari koran bekas dan penambahan serat nilon.

Tujuan dari penelitian ini adalah Mengetahui nilai kuat tekan dan nilai kuat lentur dari material pengganti kayu dengan variasi campuran serat nilon serta mengetahui klasifikasi kelas kuat dan kode mutu material pengganti kayu berdasarkan PKKI 1961 dan SNI 7973:2013.

TINJAUAN PUSTAKA

Material Pengganti Kayu

Material pengganti kayu sendiri merupakan material yang dibuat manusia dengan memiliki kemiripan sifat dari kayu itu sendiri. Dalam penelitian Yunantya dan Ardianto (2007), kayu dapat diganti dengan material pengganti kayu buatan dengan campuran semen, air, kertas koran dan penambahan serat fiber. Tujuan penelitian tersebut adalah menghasilkan suatu komposisi dari bahan yang menghasilkan nilai kuat tekan, dan kuat lentur yang sesuai sehingga material pengganti tersebut dapat digunakan sebagai bahan struktural khususnya gording. (Yunantya dan Nugroho, 2007)

Bahan-Bahan Penyusun Material Pengganti Kayu

Nilon

Polyamida (Nilon) merupakan serat yang kuat. Sifat-sifat Nilon adalah kuat dan tahan gesekan, daya mulurnya besar apabila diregang sampai 8%, serat nilon akan kembali pada panjang semula, tetapi kalau terlalu regang bentuk akan berubah, elastis, tidak mengisap uap air panas.

Tabel 1. Tabel Karakteristik Serat Nilon

Karakteristik	Serat nilon
Bentuk	Serat Tunggal
Diameter serat	23 Mikron
Panjang serat	19 mm
Berat Jenis	1,16
Kekuatan Tarik	9200 kg/cm ²
Modulus Elastis	52000 kg/cm ²
Penyerapan Air	4 %
Titik Leleh	224 ⁰ C
Ketahanan Asam dan Garam	Baik
Ketahanan Alkali	Baik

Sumber :Aldianto dan Joewono (2006)

Kertas Koran

Berdasarkan penggolongan kertas yang dikeluarkan *Technical Association of the Pulp and Paper Industry* (TAPPI) kertas koran digolongkan dalam kertas *uncoated grondwood* yaitu golongan

kertas yang tidak mempunyai lapisan *coating pigmen* dan diproduksi menggunakan pulp mekanis (mechanical pulps). Berat kertas yang dihasilkan dalam gram per satu meter persegi (gramatur) adalah 24 gr/m² sampai 75 gr/m², dan berat kertas koran berkisar dari 38 gr/m² sampai 52 gr/m².

Berat volume bubuk kertas koran dihitung dengan rumus :

$$\text{Berat volume} = \frac{B}{V} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana; B = berat bubuk kertas koran (gram)

V = volume bubur kertas koran (ml)

Untuk mengetahui besar angka penyerapan bubuk kertas koran, prosedur pengujian didasarkan pada prosedur pengujian penyerapan bubuk kertas koran dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Penyerapan bubuk kertas koran} = \frac{(B_j - B_k)}{B_k} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Dimana : B_j = berat bubuk kertas koran setelah direndam selama 24 jam

B_k = berat bubuk kertas koran kering (gram)

Semen Portland Komposit (PCC)

Semen Portland Komposit (*Portland Cement Composit*) adalah bahan pengikat hidrolis hasil penggilingan bersama-sama terak semen portland dan gips dengan satu atau lebih bahan anorganik, atau hasil pencampuran antara bubuk semen portland dengan bubuk bahan anorganik lain. Bahan anorganik lain antara lain terak tanur tinggi (*blast furnace slag*), pozolan, senyawa silikat, batu kapur, dengan kadar total, bahan anorganik 6%-35% dari massa semen portland komposit (SNI 15-7064-2004).

Fungsi utama semen adalah mengikat butir-butir agregat hingga membentuk suatu massa padat dan mengisi rongga-rongga udara di antara butir-butir agregat. Walaupun komposisi semen dalam beton hanya sekitar 10%, namun karena fungsinya sebagai bahan pengikat maka peranan semen menjadi penting (Mulyono. T, 2004:28).

Air.

Dalam pembuatan material pengganti kayu ini air diperlukan untuk bereaksi dengan semen portland dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat, agar dapat mudah dikerjakan seperti diaduk, dituang dan dipadatkan. Air sebagai bahan bangunan sebaiknya memenuhi syarat standar SK SNI S-04-1989-F. Dalam penelitian ini pemeriksaan terhadap air dilakukan secara visual, yaitu dengan mengamati kondisi air. Air yang akan digunakan harus bersih, tidak mengandung lumpur dan minyak sesuai dengan persyaratan air minum.

Pengujian Kuat Tekan (*Compressive Strength atau Crushing Strenght*)

Kuat tekan kayu material pengganti kayu dihitung dengan beban per satuan luas bidang tekan dengan rumus

$$F_c = \frac{P}{b.h} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :.

F_c = kuat tekan, MPa

P = beban uji maksimum, N

b = lebar benda uji, mm

h = tinggi benda uji, mm

Pengujian Lentur

Kekuatan lentur material pengganti kayu adalah kekuatan untuk menahan gaya-gaya yang berusaha melengkungkan kayu atau untuk menahan beban-beban mati maupun hidup selain beban pukulan yang harus dipikul oleh kayu tersebut. Secara empiris, apabila sebuah balok kayu

di atas dua perletakan, dibebani dengan gaya P maka pada serat-serat tepi atas balok akan mengalami gaya desak dan pada tepi bawah mengalami gaya tarik. Karena serat tepi atas saling desak maka pada serat tepi atas terjadi tegangan tekan, sebaliknya pada serat-serat tepi bawah akan terjadi tegangan tarik. Kuat lentur dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

$$F_b = M/W \tag{4}$$

$$M = 1/6.PL + 1/8 q L^2 \tag{5}$$

$$W = 1/6.b.h^2 \tag{6}$$

Keterangan:

F_b = tegangan ijin lentur kayu, N/mm^2

M = momen, Nmm

W = tahanan momen, mm^3

P = beban uji maksimum, N

q = berat sendiri kayu

b = lebar kayu benda uji, mm

h = tinggi kayu benda uji, mm

L = bentang, mm

Kelas Kuat Kayu Berdasarkan PPKI 1961

Berdasarkan PPKI 1961 kekuatan kayu dibagi oleh tingkat atau kelas-kelas kuat kayu. Pembagian kelas kuat kayu sendiri dapat terlihat pada Tabel 2. tentang daftar kelas kuat kayu.

Tabel 2. Daftar Kelas Kuat Kayu

Tingkat / Kelas Kuat	Berat Jenis	Kekuatan Lentur (kg/cm^2)	Kekuatan Tekan (kg/cm^2)
I	> 0.90	> 1100	> 650
II	0.90 – 0.60	1100 – 725	650 – 425
III	0.60 – 0.40	725 – 500	425 – 300
IV	0.40 – 0.30	500 – 360	300 – 215
V	< 0.30	< 360	< 215

Sumber : PPKI 1961

Berdasarkan kelas kuat kayu, tegangan–tegangan yang diijinkan untuk kayu mutu A tercantum pada Daftar II Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia (PKKI) 1961, dapat diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tegangan Ijin Untuk Kayu Mutu A

Tegangan Ijin Kg/cm^2	Kelas kayu					Jati (Tectonagrandis)
	I	II	III	IV	V	
$\bar{\sigma}_{lt}$	150	100	75	50	-	130
$\bar{\sigma}_{tk//} = \bar{\sigma}_{tr//}$	130	85	60	45	-	110
$\bar{\sigma}_{tk\perp}$	40	25	15	10	-	30
$\bar{\tau}$	20	12	8	5	-	15
E	125000	100000	80000	60000	-	-

Sumber : PKKI, 1961

Kuat Acuan Kayu Berdasarkan SNI 7973:2013

Untuk mendapatkan modulus elastisitas lentur maka dapat dilakukan dengan pemilihan secara mekanis tetapi harus dilakukan dengan mengikuti standar pemilahan mekanis yang baku (SNI 7973:2013). Hasil kuat acuan dapat diambil berdasarkan Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Desain Acuan (MPa)

Kode Mutu	Modulus Elastisitas Lentur Acuan (MPa)		Nilai Desain Acuan (MPa)				
	E	E _{min}	F _b	F _t	F _{c//}	F _v	F _{c⊥}
E 25	25000	12500	26.0	22.9	22.9	3.06	6.11
E 24	24000	12000	24.4	21.5	21.5	2.87	5.74
E 23	23000	11500	23.2	20.5	20.5	2.73	5.46
E 22	22000	10000	22.0	19.4	19.4	2.59	5.19
E 21	21000	10500	21.3	18.8	18.8	2.50	5.00
E 20	20000	10000	19.7	17.4	17.4	2.31	4.63
E 19	19000	9500	18.5	16.3	16.3	2.18	4.35
E 18	18000	9000	17.3	15.3	15.3	2.04	4.07
E 17	17000	8500	16.5	14.6	14.6	1.94	3.89
E 16	16000	8000	15.5	13.2	13.2	1.76	3.52
E 15	15000	7500	13.8	12.2	12.2	1.62	3.24
E 14	14000	7000	12.6	11.1	11.1	1.48	2.96
E 13	13000	6500	11.8	10.4	10.4	1.39	2.78
E 12	12000	6000	10.6	9.4	9.4	1.25	2.50
E 11	11000	5500	9.1	8.0	8.0	1.06	2.13
E 10	10000	5000	7.9	6.9	6.9	0.93	1.85
E 9	9000	4500	7.1	6.3	6.3	0.83	1.67
E 8	8000	4000	5.5	4.9	4.9	0.65	1.30
E 7	7000	3500	4.3	3.8	3.8	0.51	1.02
E 6	6000	3000	3.1	2.8	2.8	0.37	0.74
E 5	5000	2500	2.0	1.7	1.7	0.23	0.46

Sumber: SNI – 7973:2013

Keterangan :

- F_b : nilai desain kuat lentur
 F_t : nilai desain kuat tarik
 F_c : nilai desain kuat tekan sejajar serat
 F_v : nilai desain kuat geser
 F_{c⊥} : nilai desain kuat tekan tegak lurus serat.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Mesin uji lentur, mesin uji tekan, mixer yang digunakan untuk menghancurkan kertas.

Bahan yang digunakan: air bersih, Semen dan Kertas Koran. Sebelum digunakan sebagai bahan campuran, kertas koran tersebut dijadikan bubur kertas terlebih dahulu.

Proses Pembuatan Benda Uji

Proses pencampuran: Bahan-bahan berupa semen, dan serat nilon yang telah dipersiapkan dicampur kering ke dalam *concrete mixer* (molen), kemudian dimasukan bubuk kertas yang telah diberi air hingga menjadi bubur kertas. Kemudian setelah tercampur, diberi air sesuai dengan ketentuan. Campuran dicampur sampai campuran terlihat homogen.

Proses pencetakan: Proses pencetakan dilakukan dengan menggunakan cetakan yang telah disiapkan sebelumnya. Adukan dimasukan kedalam mal cetakan yang telah disediakan kemudian dipadatkan dengan cara di rojok. Kemudian diratakan agar permukaan menjadi mulus. Benda uji yang telah dicetak ditempatkan didalam ruangan dan terhindar dari panas matahari maupun

hujan. Setelah satu minggu cetakan dibuka, dilakukan perawatan selama satu minggu dan dibiarkan mengering selama dua minggu. Setelah tiga minggu benda uji siap diuji.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian Material Pengganti Kayu

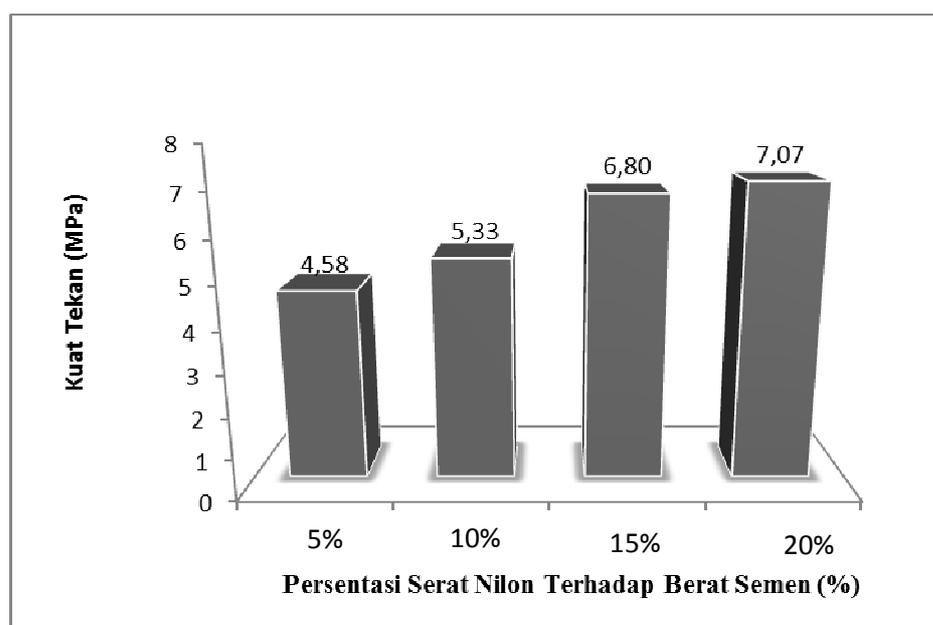
Hasil pengujian material pengganti kayu di laboratorium adalah sebagai berikut:

Tabel 5. Tabel Hasil Pengujian Sifat Mekanis Material Pengganti Kayu

Persen variasi	Fc MPa	Fb MPa	Kelas Kuat (PKKI 1961)	Kode mutu (SNI 7973:2013)
5%	4,58	3,45	IV	E7
10%	5,33	7,45	IV	E9
15%	6,80	9,25	III	E11
20%	7,07	10,65	III	E12

Sumber: Hasil Pengujian, 2015

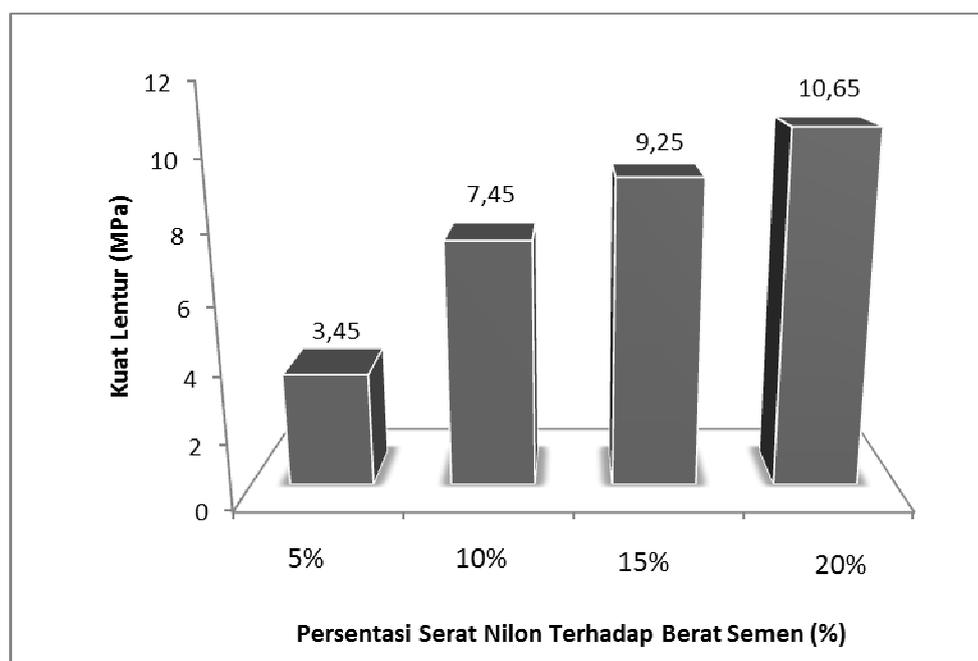
Dari Tabel 5 diatas diketahui untuk kuat tekan material pengganti kayu dengan campuran serat nilon mengalami peningkatan kekuatan ketika jumlah serat nilon yang dicampurkan mengalami kenaikan persentasi hingga 20%, seperti dilihat pada Gambar 1. berikut.



Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

Gambar 1. Diagram Perbandingan Nilai Kuat Tekan terhadap Persentasi Serat Nilon

Berdasarkan Tabel 5, nilai kuat lentur untuk material pengganti kayu dengan campuran serat nilon akan meningkat ketika kadar campuran serat nilon bertambah hingga 20%. Peningkatan dari nilai kuat lentur berbanding persentasi campuran serat nilon dapat ditunjukkan dalam Gambar 2. berikut:



Sumber: Hasil Perhitungan, 2015

Gambar 2. Diagram Perbandingan Nilai Kuat Lentur terhadap Persentasi Serat Nilon

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian sifat-sifat mekanis berupa pengujian kuat tekan dan kuat lentur material pengganti kayu dengan campuran serat nilon dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian kuat tekan dari material pengganti kayu untuk variasi campuran serat nilon 5%, 10%, 15%, dan 20% berturut-turut adalah 4,58 MPa, 5,33 MPa, 6,90 MPa, 7,07 MPa. Terjadi peningkatan kekuatan tekan (F_c) ketika terjadi penambahan persentasi jumlah campuran serat nilon hingga batas 20% terhadap semen.
2. Hasil pengujian kuat lentur material pengganti kayu dengan campuran serat nilon dengan variasi 5%, 10%, 15% dan 20% dari berat semen berturut-turut adalah 3,45 MPa, 7,45 MPa, 9,25 MPa dan 10,65 MPa. Terjadi peningkatan kekuatan lentur (F_b) ketika terjadi penambahan persentasi jumlah campuran serat nilon hingga batas 20% terhadap semen.
3. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan maka material pengganti kayu dengan campuran serat nilon ini dapat di klasifikasikan kedalam kelas kuat III dan IV menurut PKKI 1961, atau berdasarkan SNI 7973:2013 dapat dimasukkan kedalam kode mutu E7 sampai E12.

Saran

Dari hasil pengujian dan kesimpulan diatas, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu dicoba penelitian lanjutan untuk memperoleh nilai kuat tekan dan kuat lentur dengan mencoba menambah persentasi campuran serat nilon hingga diatas 20% agar dapat menemukan komposisi persentase optimum.
2. Untuk pembuatan material pengganti kayu sebaiknya dilakukan pemadatan semaksimal mungkin untuk memperoleh hasil yang benar-benar padat dan sedikit rongga udara.
3. Dapat ditentukan alternatif serat lain yang murah dan ramah lingkungan sebagai campuran material pengganti kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Adianto. L. D & Joewono, Tri Basuki , U. 2006. *Penelitian Pendahuluan Hubungan Penambahan Serat Polimeric terhadap Karakteristik Beton Normal*, Jurnal Engginering Dimension Vol 8. Universitas Katolik Parahyangan, Bandung
- Departemen P.U. 1995. *SK SNI-03-3958-1995 (Metode Pengujian Kuat Tekan Kayu di Laboratorium)*, LPMB, Bandung.
- Departemen P.U. 1995. *SK SNI-03-3959-1995 (Metode Pengujian Kuat Lentur Kayu di Laboratorium)*, LPMB, Bandung.
- Departemen P.U. 2004. *SK SNI-15-7064-2004 (Semen Portland)*, LPMB, Bandung.
- Mardikanto TR, Karlinasari Lina & Bahtiar, Tri Effendi (2011). **Sifat mekanis Kayu**, IPB Pers, Bandung
- Menezes, Amarin. 2010. *Pengaruh Penggantian sebagai Sebagian agregat halus dengan kertas koran bekas pada campuran batako semen portland terhadap kuat tekan dan serapan air*, Fakultas Sains dan Teknik UNDANA, Kupang
- Mulyono, T. 2004. *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Nugraha, Antoni. 2007. *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- Tjokrodimuljo, K. 1996. *Teknologi Beton*, Nafiri, Yogyakarta.
- Yunatya, Vitus & Ardianto, E.N. 2007. *Pengujian Kuat Tekan, Kuat lentur, dan Modulus Elastisitas Kayu Buatan dengan Campuran Serat Fiber*, Fakultas Teknik UNIKA Soegijapranata, Semarang.